اثر زاویه خمش تنه و ابعاد آنتروپومتریکی بر روی دقت حدود مجاز بلند کردن بار دستی ایران در یک مطالعه پایلوت

داوود افشاری*[۱]، سید محمود لطیفی[۲]، سمیرا کرد[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۱۴ تاریخ ویرایش: ۹۶/۰۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: حدود مجاز باربرداری ایران به‌عنوان یک ابزار ارزیابی ریسک جهت پیشگیری از کمردرد در صنایع مختلف استفاده می‌شود. اعتقاد بر این است که استفاده از ابزارهای ارزیابی ریسک ابتلا به کمردرد درعین‌حال که باید ساده و راحت باشند باید از دقت کافی نیز برخوردار باشند. با توجه به اینکه دستورالعمل باربرداری ایران منطبق با حدود مجاز ACGIH TLV می‌باشد و تا کنون دقت مقادیر مجاز در ارزیابی ریسک آسیب‌های کمری مورد بررسی قرار نگرفته است. هدف از این مطالعه بررسی اثر زاویه خمش تنه و ابعاد آنتروپومتریکی افراد بر روی دقت حدود مجاز باربرداری توصیه شده در ایران می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه به منظور بررسی اثر زاویه خمش تنه و ابعاد آنتروپومتریکی افراد بر روی دقت مقادیر مجاز باربرداری، نیروهای فشاری وارد بر ستون فقرات به‌عنوان یک معیار در نظر گرفته شد. لذا از ۱۵ کارگر که سابقه حمل‌ونقل دستی بار داشتند، خواسته شد ۲۵ وظیفه باربرداری را که بر اساس دستورالعمل ارائه شده از سوی وزارت بهداشت ایران برای فعالیت‌های باربرداری طراحی‌شده بود، انجام دهند .به منظور تعیین دقیق زاویه‌ی خمش تنه در حین قرار دادن بار در مقصد از یک شیب‌سنج الکترونیکی قابل‌حمل استفاده شد. اطلاعات آنتروپومتریکی شامل قد و وزن و اطلاعات پوسچری افراد برای هر وظیفه ثبت و میزان نیروهای فشاری با استفاده از نرم‌افزار dsspp۳ تخمین زده شد و مقادیر تبار فشاری تخمین زده شده با حدود توصیه شده نایوش مقایسه شد.

یافته‌ها: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که از ۲۵ وظیفه طراحی‌شده،.میانگین زوایای تنه برای ۱۳ وظیفه بین ۹۰ تا ۱۳۰ درجه تعیین شد.بین میانگین نیروی فشاری تخمین زده شده برای ۱۱ وظیفه با احتساب یک انحراف معیار بیشتر، میانگین نیروی فشاری بیش از حد توصیه شده نایوش (۳۴۰۰) تخمین زده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در برخی از وظایف زیاد بودن ارتفاع عمودی و فاصله ی افقی محل قرارگیری بار خارجی از بدن از دلایل اصلی افزایش زاویای نامطلوب تنه و بار فشاری وارد بر کمر بود. عدم انطباق برخی از حدود وزن مجاز با ابعاد آنتروپومتریکی، منجر به افزایش بارهای مکانیکی وارد بر کمر می‌شود. لذا بنظر می‌رسد مقادیر توصیه شده باربرداری ایران از جهت ارزیابی ریسک آسیب‌های کمری از دقت کافی برخوردار نمی‌باشد و نیاز به بازنگری دارند.

کلیدواژه‌ها: ACGIH TLV، نیروی فشاری، زاویه خمش تنه، آنتروپومتری، باربرداری.

مقدمه

حمل‌ونقل دستی بار عامل بیشترین صدمات و آسیب‌های کمری ناشی از کار شناخته شده است [۱]. بر اساس گزارش نایوش سالانه حدود نیم میلیون کارگر در آمریکا به درجات مختلف آسیب‌های ناحیه کمر مبتلا می‌شوند. این گزارش نشان می‌دهد که در حدود ۶۰ درصد غرامت‌های ناشی از صدمات جسمانی مربوط به حمل‌ونقل دستی بار می‌باشد [۲]. در سال ۲۰۱۱ متوسط خسارت برای هر فرد که دچار آسیب کمری شده است تقریباً ۸۴۰۰ دلار برآورد شده است [۳]. در کشورهای درحال‌توسعه صنعتی ازجمله ایران، صنایع سنگین و کوچک دارای گستردگی زیادی می‌باشد و شامل حجم بالای نیروی کار شاغل در آن‌ها می‌باشد که بسیاری از فعالیت‌ها به‌صورت دستی و با استفاده از قوای جسمانی کارگر و به شکل سنتی انجام می‌شوند و در نتیجه کارگران در معرض ریسک فاکتورهای بیومکانیکی و سایر ریسک فاکتورهای مؤثر در اختلالات اسکلتی – عضلانی و به‌ویژه کمردردهای شغلی قرار دارند. نتایج مطالعات اپیدمیولوژیکی و بیومکانیکی در ایران نشان داده است که بیشترین شیوع اختلالات اسکلتی عضلانی در ناحیه کمر بوده و حمل‌ونقل دستی بار و شرایط ایستگاه کاری نامناسب

۱- (نویسنده مسئول) استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران. afshari@ajums.ac.ir
۲- مربی، گروه آمار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

عمده‌ترین دلایل افزایش ریسک آسیب‌های کمری می‌باشد [۴-۸]. مطالعات اپیدمیولوژیکی و بیومکانیکی در ایران نشان می‌دهد که شیوع کمردرد در بین مشاغل سبک و سنگین بالا می‌باشد بطوریکه در مطالعات زیادی میزان شیوع کمردرد شغلی بین ۶۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده و حمل‌ونقل دستی بار از دلایل اصلی شناخته شده است [۵-۱۰].

به منظور مدیریت ریسک کمردردهای ناشی از کار، متخصصین ارگونومی و بیومکانیک شغلی از ابزارها مختلفی مثل معادله حمل دستی نایوش جهت ارزیابی ریسک آسیب‌های وارد بر کمر در فعالیت‌های باربرداری استفاده می‌کنند. ابزارهای ارزیابی ریسک ابتلا به کمردرد درعین‌حال که باید ازنظر روش انجام ساده و راحت باشند، نیاز هست که از دقت کافی نیز برخوردار باشند. اخیراً ثابت شده است که پوسچرهای نامطلوب می‌توانند نقش بسیار مهمی در افزایش نیروهای مکانیکی داشته باشند [۱۱، ۱۲]، این در حالی است که در برخی از ابزارهای ارزیابی این مهم به‌درستی لحاظ نشده است. برخی از ابزارهای ارزیابی مثل معادله نایوش علیرغم دامنه کاربرد وسیع، دارای محدودیت‌های اساسی می‌باشد. در سال ۲۰۱۵ ارجمند و همکارانش [۱۲] در یک مطالعه نشان دادند که معادله نایوش در تعیین ریسک آسیب‌های کمری در فعالیت‌هایی که زاویه فلکشن تنه از حد متوسط بیشتر باشد از قابلیت خوبی برخوردار نمی‌باشد. در سال‌های اخیر دستورالعملی از سوی مرکز سلامت محیط و کار ایران به منظور تعیین حدود مجاز باربرداری ارائه شده است [۱۳]. الگوی تعیین حداکثر وزن مجاز بر اساس ویژگی‌های آنتروپومتریکی افراد که شامل ارتفاع عمودی و فاصله افقی محل قرار گرفتن بار از بدن افراد می‌باشد، تعیین شده است. در این دستورالعمل تنها با استفاده از پارامترهای آنتروپومتریکی فوق وضعیت سطح ریسک آسیب‌های کمری مشخص می‌شود درحالی‌که این فاکتورها به‌تنهایی نمی‌توانند نشان‌دهنده وضعیت کینماتیکی اندام‌های بدن مثل کمر و بازوها یا پاها باشند و در مطالعات قبلی نیز نشان داده شده که پوسچرهای نامطلوب در ناحیه کمر یکی از عوامل اصلی در افزایش نیروهای مکانیکی هستند [۱۲]. ازآنجایی‌که حدود مجاز باربرداری ارائه شده مبتنی بر حدود مجاز بلند کردن دستی بار ACGIH می‌باشد [۱۴] و این استاندارد بر اساس ویژگی‌های آنتروپومتریکی افراد آمریکایی تهیه و تدوین شده است، لازم است یک مطالعه بیومکانیکی به منظور مشخص شدن اثر زاویه خمش کمر و ابعاد آنتروپومتریکی که منطبق با افراد ایرانی می‌باشد بر روی مقادیر مجاز بلند کردن دستی بار انجام شود. ازآنجایی‌که در مطالعات مختلف، از تخمین میزان بار فشاری وارد بر کمر به‌عنوان یک معیار قابل‌قبول در ارزیابی ابزارهای ارزیابی ریسک استفاده شده است، لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر زاویه خمش تنه و ابعاد آنتروپومتریکی کارگران بر روی بار فشاری وارد بر کمر بر اساس دستورالعمل حدود مجاز بلند کردن بار در ایران می‌باشد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان خواهد داد که آیا حدود توصیه شده باربرداری ایران از دقت قابل‌قبولی برخوردار خواهد بود یا خیر؟

روش بررسی

مشارکت‌کنندگان: این مطالعه در سال ۱۳۹۳ در قالب یک مطالعه توصیفی-تحلیلی در محیط آزمایشگاهی به‌صورت پایلوت طراحی و انجام شد. با توجه به مطالعات و پژوهش‌های مشابه که در رابطه با حمل‌ونقل دستی بار شده است در این پژوهش ۲۵ نفر از میان کارگران مردی که سابقه حمل‌ونقل دستی بار داشتند، انتخاب شدند [۱۰]. از افراد در مورد وضعیت کمردرد سؤال شده و تنها به افرادی که دارای سلامتی کامل بودند و سابقه جراحی کمر نداشتند، اجازه شرکت در آزمایش داده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه

	سن	قد	وزن
میانگین	۳۰/۱۳	۱۷۲/۲۷	۷۴
انحراف معیار	۶/۱۴	۹/۲۴	۱۰/۵۳

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

طراحی مطالعه: در مطالعه حاضر به منظور تحلیل نیروهای فشاری وارد بر مهره چهارم و پنجم کمر، وظایف باربرداری بر اساس دستورالعمل ارائه شده از سوی وزارت بهداشت ایران انجام شد. بطوریکه وزن بارهای خارجی، فاصله‌های عمودی و افقی بار از بدن بر اساس جداول مقادیر حد آستانه مجاز بلند کردن بار ارائه شده توسط وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی ایران تعیین شدند. بر اساس این جداول، مقادیر حدود مجاز برای ۲۵ شرایط بار برداری تعریف شده است؛ بنابراین برای انجام این پژوهش جعبه‌هایی با وزن‌های ۲، ۵، ۷، ۹، ۱۱، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۷ و ۳۲ کیلوگرمی با دسته مناسب با ابعاد ۴۰CM × cm ۲۸ × ۲۱cm در نظر گرفته شد.

پس از کدگذاری جعبه‌ها بر اساس وزن، از افراد خواسته شد که جعبه‌ها را از روی زمین بلند کرده (مبدأ) و به‌صورت تصادفی و بدون اینکه از وزن جعبه‌ها مطلع باشند، در مقصد قرار دهند. به منظور قرار دادن جعبه‌ها در مقصد از یک قفسه چهار طبقه استفاده شد. فواصل عمودی قفسه‌ها بر اساس دستورالعمل که به شرح ذیل می‌باشد، تنظیم شد:

طبقه اول: ۸ سانتی‌متر پایین‌تر از ارتفاع شانه تا ۳۰ سانتی‌متر بالاتر از ارتفاع شانه

طبقه دوم: از ارتفاع بندانگشت تا پایین ارتفاع شانه

طبقه سوم: از ارتفاع ساق پا تا ارتفاع بندانگشت

طبقه چهارم: از ارتفاع ساق پا تا قوزک پا

فواصل افقی محل قرارگیری جعبه‌ها در مقصد نسبت به فاصله میانی بین دو قوزک پاها عبارت بودند از: فاصله نزدیک (۳۰ سانتیمتر)، فاصله میانی (۶۰ سانتیمتر) و فاصله دور (۸۰ سانتیمتر).

ابزار و تجهیزات: در مطالعه حاضر به منظور مشخص شدن میزان زوایای واقعی کمر با توجه به فواصل عمودی و افقی جعبه‌ها از بدن و همچنین تخمین دقیق‌تر نیروهای مکانیکی از یک دستگاه شیب‌سنج سه محوری قابل‌حمل ساخت کشور آمریکا (Microstrain, Williston,vt,USA) استفاده شد. دقت و صحت این ابزار در نمونه‌برداری از پوسچرهای کمر در مطالعات قبلی تایید شده است [۱۵، ۱۶].

به منظور تعیین ابعاد آنتروپومتریکی که شامل تعیین قد و وزن افراد بود از یک ترازو ستونی مکانیکی مدل seca 786 استفاده شد.

جهت ثبت زاویه مرجع تنه، پس از قرارگیری شیب‌سنج با استفاده از کمربند در ناحیه توراسیک، از افراد خواسته شد به مدت ۱۵ ثانیه در حالت ایستاده (بطوریکه بالا تنه کاملاً کشیده و راست باشد) قرار گیرند. برای اطمینان از عدم جابجایی و تغییر مکان شیب‌سنج بر روی تنه، پس از پایان نمونه‌برداری از فرد شرکت‌کننده خواسته شد به مدت ۱۵ ثانیه مستقیم و کشیده در حالت ایستاده قرار گیرند و زاویه مرجع پایانی نیز ثبت گردید.

پس از نصب و ثبت پوسچر مرجع از افراد خواسته شد تا وظایف باربرداری را با توجه به دستورالعمل برای هر بار خارجی به‌صورت آزادانه و بدون آموزش صحیح باربرداری انجام دهند. بین هر دو وظیفه به فرد ۳۰ ثانیه استراحت داده شد. به منظور پیشگیری از خستگی ناشی از بلند کردن بار و تأثیر ان بر روی وظایف بعدی نیز، پس از هر ۵ دقیقه فعالیت (انجام ۵ وظیفه) به فرد ۵ دقیقه استراحت داده شد. به‌طورکلی با توجه به وظایف طراحی‌شده از هر فردی خواسته شد،۲۵ وظیفه را به‌صورت تصادفی با ۴ بار تکرار انجام دهد.

پس از انجام آزمایش با توجه به مشخصات آنتروپومتریکی افراد (قد و وزن) و میانگین زوایای ثبت



شکل ۱- تصویری از محل قرار گیری جعبه در قفسه‌های طبقه بندی شده بر اساس ارتفاع عمودی. خطوط رنگی در سطح زمین نشان‌دهنده فواصل افقی می‌باشد.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

شده تنه در حالت خمش به جلو (فلکشن) و خمش به طرفین (لترال) در وضعیت قرار دادن بار در مقصد برای هر وظیفه, نیروهای فشاری با استفاده از نرم‌افزار 3dsspp دانشگاه میشگان تخمین زده شد[۱۷, ۱۸] دقت و کارایی این نرم‌افزار در مطالعات مختلف مورد بررسی و تایید قرار گرفته شده است[۱۷].این نرم‌افزار که توسط دانشگاه میشگان تهیه شده به منظور تخمین نیروهای فشاری و برشی در شرایط استاتیکی استفاده می‌شود. اطلاعات ورودی برای این نرم‌افزار شامل وزن و قد افراد و همچنین زوایای تنه برای دو صفحه ساجیتال و فرونتال، و وزن بار خارجی می‌باشد.یکی از خروجی‌های این نرم‌افزار تخمین نیروهای مکانیکی وارد بر مهره چهارم و پنجم و مقایسه با حدود توصیه شده نایوش (۳۴۰۰) می‌باشد.

به منظور آنالیز آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شد. به منظور تعیین وضعیت نرمال بودن داده‌های جمع‌آوری‌شده از آزمون آماری Kolmogorov-Smirnov استفاده شد و با توجه به نرمال بودن دادها از آزمون تی تست، جهت مقایسه نیروهای فشاری وارد بر کمر با حدود توصیه شده استفاده شد.

یافته‌ها

ویژگی‌های جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. میانگین سنی افراد شرکت‌کننده ۶/۱۴ ± ۳۰/۱۳ سال بود. میانگین قد و

جدول ۲- تعیین زاویه خمش تنه و تخمین نیروهای فشاری وارد بر کمر

وظیفه	وزن بار	فاصله افقی	فاصله عمودی	زاویه فلکشن تنه	میانگین نیروی فشاری	بیشترین	کمترین
۱	۱۶	نزدیک	طبقه اول	۴/۶	۲۲۴۵ ± ۸۱۹	۴۳۶۹	۱۵۸۵
۲	۷	متوسط	طبقه اول	۱۵/۴	۱۷۳۵ ± ۵۹۲	۳۳۱۹	۱۲۲۱
۳	۳۲	نزدیک	طبقه دوم	۱۲/۳	۴۰۰۲ ± ۷۴۲*	۶۰۰۳	۳۲۳۱
۴	۱۶	متوسط	طبقه دوم	۴۳/۲	۳۳۷۳ ± ۵۱۶	۴۳۱۸	۲۴۸۷
۵	۹	دور	طبقه دوم	۹۰/۱	۲۹۱۵ ± ۳۱۹	۳۴۱۳	۲۲۷۷
۶	۱۸	نزدیک	طبقه سوم	۱۲۲	۳۲۹۲ ±۱۰۱۶	۴۹۹۳	۱۸۶۶
۷	۱۴	متوسط	طبقه سوم	۱۲۱	۲۷۵۰ ± ۱۰۹۶	۴۵۰۰	۱۶۶۹
۸	۷	دور	طبقه سوم	۱۲۲	۲۱۳۸ ± ۹۸۳	۳۷۳۰	۱۲۶۳
۹	۱۴	نزدیک	طبقه چهارم	۱۳۶	۲۷۰۲ ± ۱۲۵۶	۴۵۱۰	۱۶۲۳
۱۰	۱۴	نزدیک	طبقه اول	۱۱/۳	۲۱۲۵ ±۶۴۰	۳۵۸۲	۱۲۶۴
۱۱	۵	متوسط	طبقه اول	۹/۳	۱۴۲۵ ± ۴۷۵	۲۷۳۸	۹۸۰
۱۲	۲۷	نزدیک	طبقه دوم	۱۸/۷	۳۵۶۱ ± ۶۲۱*	۵۰۵۷	۲۶۰۶
۱۳	۱۴	متوسط	طبقه دوم	۵۴/۶	۳۱۰۳ ± ۴۲۶	۴۱۰۹	۲۵۹۷
۱۴	۷	دور	طبقه دوم	۹۲/۹	۲۶۶۷ ± ۲۸۲	۳۱۸۰	۲۰۹۵
۱۵	۱۶	نزدیک	طبقه سوم	۱۲۱	۲۹۸۴ ± ۱۰۲۹	۴۸۵۱	۱۹۳۶
۱۶	۱۱	متوسط	طبقه سوم	۱۲۱/۳	۲۴۸۵ ±۱۰۴۴	۴۱۲۸	۱۵۲۹
۱۷	۵	دور	طبقه سوم	۱۲۰	۱۹۶۳ ± ۹۰۶	۳۳۶۷	۱۱۰۱
۱۸	۹	نزدیک	طبقه چهارم	۱۳۶	۲۲۸۷ ± ۱۱۳۲	۴۲۱۴	۱۲۸۱
۱۹	۱۱	نزدیک	طبقه اول	۲	۱۷۲۱ ± ۵۳۱	۳۲۸۸	۱۲۰۷
۲۰	۱۴	نزدیک	طبقه دوم	۲۰/۵	۲۶۹۳ ± ۳۸۳	۳۵۵۵	۲۰۵۴
۲۱	۹	متوسط	طبقه دوم	۵۱/۸	۲۶۷۰ ± ۳۱۶	۳۳۰۵	۲۳۲۷
۲۲	۵	دور	طبقه دوم	۹۷/۷	۲۴۸۶ ± ۵۰۵	۳۴۶۱	۱۶۸۵
۲۳	۹	نزدیک	طبقه سوم	۱۲۲	۲۵۶۳ ± ۸۸۷	۳۸۷۲	۱۴۰۳
۲۴	۷	متوسط	طبقه سوم	۱۲۱/۱	۲۱۴۴ ± ۹۵۵	۳۷۰۷	۱۲۴۰
۲۵	۲	دور	طبقه سوم	۱۲۲/۳	۱۷۶۱ ± ۱۰۰۸	۴۰۴۴	۹۱۶

*تفاوت معنادار بین نیروی فشاری تخمین زده شده با حدود توصیه شده نایوش(۳۴۰۰ نیوتن)

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

وزن مشارکت‌کنندگان ۱۷۲ سانتیمتر و ۷۴ کیلوگرم بود.

میانگین نیروی فشاری به همراه زوایای تنه با توجه به وظایف طراحی‌شده در فاصله‌های افقی و عمودی مختلف از بدن در جداول شماره ۲ نشان داده شده است. به‌طورکلی میانگین زاویه تنه برای ۱۳ وظیفه بین ۹۰ تا ۱۳۰ درجه تعیین گردید. بیشترین میانگین زوایه خمش (۱۳۶ درجه) مربوط به وظیفه ۱۸ بوده که افراد مجبور بودند بار را در قفسه چهارم قرار دهند. کمترین زاویه خمش (۴٫۶ درجه) مربوط به وظیفه ۱ بوده که افراد باید بار را در طبقه اول و نزدیک به بدن قرار می دادند. نتایج آزمون آماری نشان داد که تفاوت معناداری بین نیروی فشاری تخمین زده شده با حدود توصیه شده نایوش برای وظایف ۳ و ۱۲ وجود دارد.

از بین ۲۵ وظیفه انجام شده، بیشترین نیروی فشاری وارد بر کمر مربوط به وظیفه شماره ۳ معادل ۴۰۰۲ نیوتن و کمترین آن مربوط به وظیفه شماره ۱۱ معادل ۱۴۲۵ نیوتن تخمین زده شد. ازنظر آماری با احتساب یک انحراف معیار بالاتر از میانگین تعیین شده، میانگین نیروی فشاری برای ۱۱ وظیفه (۴۴٪) فراتر از حد توصیه شده می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه مشخص شد که نیروی فشاری تخمین زده شده حاصل از مقادیر مجاز باربرداری در برخی از شرایط بیش از حد توصیه شده نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) بوده است. فاکتورهایی که احتمالا باعث شده مقادیر بار فشاری بیش از حد تخمین زده شود شامل وزن بار خارجی و زاویای نامطلوب تنه بخاطر فواصل افقی و عمودی بیش از حد بوده است. بنابراین با توجه به اینکه یک ارتباط قوی و مثبت بین کمردرد و بارهای مکانیکی وارد بر کمر وجود دارد، مقادیر حدود مجاز ممکن است سطح معادل ریسک واقعی را نشان ندهند. در نتیجه بازنگری حدود مجاز ضروری می‌باشد.

بررسی ابعاد آنتروپومتریکی: ابعاد آنتروپومتریکی به ویژه وزن و طول قد افراد یکی از فاکتورهای کلیدی و تأثیر گذار یر روی بارهای مکانیکی کمر می‌باشد و طبع در پیش بینی و تعیین حدود مجاز باربرداری نقش مهمی دارد حدود مجاز باربرداری ایران برگرفته شده از ACGIH TLV می‌باشد. ومقادیر حدود مجاز توصیه شده ACGIH، بر اساس ابعاد آنتروپومتریکی افراد آمریکای شمالی تدوین و تهیه شده است[۱۹].با توجه به اینکه در کشور ایران بانک اطلاعات آنتروپومتری جامع وجود ندارد، بنابراین در مطالعه حاضر میانگین وزن بدن مشارکت‌کنندگان ۷۴ کیلوگرم در نظر گرفته شد که تقریباً معادل صدک ۵۰ وزن کارگرانی بوده که در یک مطالعه آنتروپومتری وسیع بر روی کارگران ایرانی توسط صادقی گزارش شده است.

با مقایسه میانگین وزن بدن مردان آمریکایی با ایرانیان در رنج سنی ۳۰-۴۰ سال مشخص شد به‌طور میانگین مردان ایرانی (۷/۸±۷۴). تقریباً ۱۰ کیلوگرم از آمریکایی ها (۳۳/۹±۸۲/۱) سبکتر هستند. این اختلاف زیاد قاعدتا بر روی بارهای فشاری وارد بر کمر تأثیر مستقیم می گذارد؛ بنابراین حد تحمل بار فشاری وارد بر کمر مردان آمریکایی ممکن است نسبت به مردان ایرانی بیشتر باشد. با توجه به این استدلال و احتمال اینکه حاشیه ایمن برای حدود مجاز باربرداری بین افراد ایرانی و آمریکایی متفاوت باشد و حدود مجاز باربرداری منطبق با حد با وِیژگی ایرانیان در رنج سنی ۳۰ تا ۴۰ نباشد، زیاد می‌باشد.

طول قد افراد نیز یکی دیگر از فاکتورهای آنتروپومتریکی می‌باشد که می تواند نقش مهمی در تعیین نواحی قرارگیری بار به بدن داشته باشد. در مطالعه حاضر فرایند نرمال سازی طول قد افراد با ارتفاع قفسه‌ها انجام شده است؛ به عبارت دیگر، با توجه به اینکه ارتفاع قفسه‌های محل قرارگیری بار، قابلیت تنظیم داشتند و متناسب با طول قد افراد و نواحی توصیه شده در استاندارد تنظیم می شدند. بنابراین انتظار می رود علیرغم تفاوت بین طول قد مردان آمریکایی و ایرانی، طول قدتاثیری در میزان بار فشاری نداشته است.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

وزن بار خارجی: نتایج مطالعه حاضر نشان داد که بین میانگین نیروی فشاری تخمین زده شده برای وظایف ۳ و ۱۲ با حدود توصیه شده نایوش (۳۴۰۰ نیوتن) تفاوت معنادرای وجود دارد. از دلایل اولیه این تفاوت می تواند وجود وزن زیاد جعبه‌ها باشد، چرا که در این دو وظیفه فاصله عمودی و افقی بار از بدن در حد مطلوب میباشد. علاوه بر این میانگین زوایه فلکشن تنه نیز برای این دو وظیفه کمتر از ۲۰ درجه تعیین شد. بنابراین ممکن است وزن جعبه‌ها (۲۷ و ۳۲ کیلوگرم) تنها عامل اصلی افزایش نیروی فشاری به بیش از ۳۴۰۰ نیوتن باشد. لذا برای این دو وظیفه علیرغم مجاز بودن این وزنها احتمال آسیب برای ناحیه ستون فقرات به دلیل نیروی فشاری بالا وجود دارد و نمی توان به‌عنوان حدود توصیه شده در نظر گرفت.

زوایای خمش تنه: ازنظر آماری با احتساب یک انحراف معیار بالاتر از میانگین تعیین شده، میانگین نیروی فشاری برای ۱۱ وظیفه (۵۰٪) از ۲۵ وظیفه انجام شده فراتر از حد توصیه شده می‌باشد. این مسئله بسیار مهم است و نباید نادیده گرفته شود زیرا احتمال اینکه میانگین نیروی فشاری در تکرار های بعدی برای این وظایف و توسط افراد دیگر با ویژگی‌های متفاوت آنتروپومتریکی دیگر بیش از حدود توصیه شده برسد، وجود دارد. لذا در این مطالعه وظایفی که نیروهای فشاری با احتساب یک انحراف معیار بیشتر ممکن است به بیش از حد توصیه شده برسند، مورد بررسی بیشتری قرار گرفتند.با توجه به نتایج مطالعه از دلایل عمده افزایش بار فشاری برای ۱۱ وظیفه ممکن است بخاطر پوسچرهای نامطلوب و عدم انطباق وزن بار خارجی و ارتفاع محل قرارگیری باشد در حین باربرداری باشد.

مشارکت‌کنندگان در وظایف ۴ و ۱۳ موظف بودند جعبه‌های ۱۴ کیلوگرمی را در فاصله ۶۰ سانتیمتر از بدن بر روی قفسه‌هایی در ارتفاع بندانگشتان خود قرار دهند.با توجه به شرایط فوق میزان زاویه فلکشن تنه بین ۴۰ تا ۵۰ درجه تعیین گردید.بنابراین به نظر می رسد علت نزدیک بودن بار فشاری به حد توصیه شده نایوش در وظایف شماره ۴ و ۱۳ به دلیل فاصله افقی که منجر به ایجاد زوایای نامطلوب در کمر شده است، باشد.بر اساس توصیه نایوش فاصله افقی بار از بدن برای فعالیت‌های باربرداری در فاصله افقی ۲۵ سانتیمتر از بدن می‌باشد و هر چه این فاصله بیشتر شود میزان گشتاور و بارهای وارد بر کمر بیشتر می‌شود.در مطالعه حاضر مشخص شد، برای وظایف دیگر علیرغم فاصله افقی زیاد (۶۰ سانتیمتری) و زوایه فلکشن نامطلوب (بیش از ۳۰ درجه) بار های مکانیکی کمتر از حدود توصیه شده تخمین زده شد؛ که دلیل آن را میتوان بخاطر، وزن پایین جعبه‌ها (۲ تا ۷ کیلوگرم) دانست؛ اما این مساله را باید در نظر گرفت که تخمین نیروهای لحظه ای به‌تنهایی نمی‌توانند نشان‌دهنده استرسهای وارد بر ستون فقرات باشند[۱۵].میزان زمان مواجهه و فرکانس باربرداری از فاکتورهای مهم در ایجاد بارهای تجمعی می‌باشد[۲۰].بر اساس مطالعه Callaghah و همکارانش بیشترین تأثیر در تغییر پذیری بار فشاری، میزان زاویه در حالت فلکشن و لترال کمر گزارش شده است[۲۱]. همچنین مشخص شده است که نیروهای فشاری مکرر در ترازهای زیر بیشینه ممکن است باعث ایجاد ترک در صفحه انتهایی دیسکها شود از این رو با افزایش و تکرار فلکشن رو به جلو، احتمال آسیب جدی به کمر افزایش می یابد[۲۲].

در مطالعه حاضر برای بسیاری از وظایف به دلیل فاصله عمودی جهت قرارگیری بار خارجی شاهد پوسچرهای نامطلوب به دلیل فلکشن های بیش از حد در ناحیه تنه هستیم. در مطالعات آزمایشگاهی اهمیت زاویه فلشکن بر روی نیروهای فشاری وارد بر کمر نشان داده شده است.بطوریکه با افزایش زاویه فلکشن کمر از حالت ایستاده تا تقریباً ۷۰ درجه خمش رو به جلو همراه با بار ۲۰ کیلوگرمی، فشار داخل دیسکی در مهره چهارم و پنجم کمری تا ۲۳۰ درصد افزایش می‌یابد[۲۳].

در وظایف شماره ۱۶، ۱۸ و ۲۳، فاصله عمودی محل قرارگیری بار (طبقه سوم) می تواند منجر به

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

افزایش فلکشن تنه شود که یکی از فاکتورهای مهم و تـأثیر گـذار در افـزایش بـار فشـاری در ایـن وظـایف می‌باشد. در این وظایف میـانگین زاویـه فلکشـن تنـه ۱۲۶ درجه تعیین شد. مطالعات متعددی نشان داده که وجود پوسچرهای نامطلوب در ناحیـه کمـر مـی توانـد باعث افزایش نیروهای فشاری در کمـر شـود[۱۱، ۱۲، ۲۴].

در مطالعه‌ای، Hoozemans و همکارانش با انجـام آنالیز رگرسیون در خصوص سهم فاکتورهای مـؤثر در ایجاد بار فشاری بـر روی کمـر نشـان دادنـد ضـریب رگرسیون برای انحراف کمر نسـبت بـه بارخـارجی در ایجـاد نیـروی فشـاری، سـهم عمـده ای را بـه خـود اختصاص داده است. بر همـین اسـاس پیشـنهاد شـده اسـت کـه تغییـرات ایجـاد شـده در محـل عمـودی قرارگیری بار خارجی (مبدا یا مقصد)، در ایسـتگاههای حمل بار مـی توانـد اثـر بیشـتری در کـاهش نیـروی فشاری داشته باشد تا نسبت به کاهش وزن بار خارجی [۲۵].

قرار دادن بار در طبقه چهارم (وظایف ۹ و ۱۸) منجر بـه تولیـد زاویـه پیـک (۱۳۶ درجـه) در ناحیـه تنـه می‌شود.با توجـه بـه اینکـه در ایـن وظـایف وزن بـار خارجی (۱۴ و ۹ کیلـوگرم) و فاصـله افقـی در حـداقل ممکن است اما قرار گرفتن بار در کف منجر به ایجـاد فلکشن زیاد می کند و باعث افزایش بار فشـاری مـی گردد. مطالعات نشان دادند که افزایش زاویـه فلکشـن تنه از حالت ایستاده تا فلشکن کامل بـدون حمـل بـار منجر به افزایش فشار داخل دیسـکی تـا ۲۵۵ درصـد می‌گردد.

با توجه به نتایج مطالعه حاضر و مطالعات انجام شده در خصوص اهمیت افزایش ارتفاع بـاربرداری (کـاهش فلکشن تنه) بنظر می رسد این عامـل مهـم در تعیـین حدود مجـاز بـاربرداری در دسـتورالعمل ارائـه شـده از سوی وزارت بهداشت ایران به خـوبی در نظـر گرفتـه نشده است درحالی‌که در مطالعات توصیه شده است در مداخله های ارگونومیکی به منظـور کـاهش نیروهـای مکانیکی وارد بر کمـر ارتفـاع عمـودی بـاربرداری بـه منظور کاهش فلکشن افزایش یابد[۲۶، ۲۷].

یکی دیگر از محدودیت‌های این دسـتورالعمل عـدم تناسب برخی از فاکتورهای آنتروپـومتریکی بـا حـدود توصـیه شـده وزن مجـاز می‌باشـد بـه‌عنوان مثـال در وظایف شماره ۶ و ۹ افراد مجبورند جعبه‌هایی بـا وزن به ترتیب ۱۸ و ۱۴ کیلوگرم را در طبقات سوم و چهارم (زوایه فلشکن بیش از ۱۲۰ درجه) قرار دهند. در واقـع فرد مجبور است با توجه به پوسچر نامطلوب در ناحیـه تنه جعبه‌هایی با وزن نسبتا بالا حمـل نماینـد.در واقـع برای این وظایف علاوه بر پوسچرهای نـامطلوب، وزن بار خارجی نیز شرایط را برای افزایش بارهای مکانیکی بیشتر می کند.

بـه‌طورکلی نتـایج مطالعـه حاضـر نشـان داد حـدود توصیه شده شغلی ایران برای فعالیت‌هـای بـاربرداری برای تقریباً نیمی از وظایف طراحی‌شده ممکـن اسـت به‌درستی حاشیه ایمن را ازنظر بارهای مکانیکی در نظر نگیرد؛ بنابراین بنظر می رسد در نظر گرفتن این حدود تماس شغلی برای فعالیت‌های حمل‌ونقـل دسـتی بـار جهت قضاوت در امور بهداشتی نمی تواند یـک مرجـع کامـل و جـامعی باشـد. چراکـه از ۲۵ وظیفـه در ایـن دستورالعمل، نیروی فشاری به ترتیب برای ۴۴ درصـد از وظایف بیش از حد توصیه شده نـایوش می‌باشـد.لذا لازم است دستورالعمل ارائه شـده در خصـوص حـدود تماس شغلی برای فعالیت‌های بـاربرداری بایسـتی بـر مبنای اصول بیومکانیکی و اطلاعات آنتروپومتری افراد ایرانی بازنگری و طراحی مجدد شود.

با توجه به دستورالعمل حمل‌ونقل دستی بار ایران که منطبق با حـدود مجـاز ACGIH TLV می‌باشـد، در بیشتر وظایف طراحی‌شده، فاصله عمودی و افقی محل قرارگیـری بـار خـارجی از بـدن منجـر بـه ایجـاد پوسچرهای نامطلوب (زاویه بلکشن بیش از ۹۰ درجه) میگردد، که یکی از دلایـل اصـلی افـزایش نیروهـای مکانیکی می‌باشد.علاوه بر این با توجه بـه اینکـه وزن بدن افراد ایرانی تفاوت زیادی با افراد آمریکایی دارد و یکی از فاکتورهای مهم و تأثیر گذار در تعیـین حـدود مجاز باربرداری تلقی می‌شود، بنظـر مـی رسـد حـدود

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

توصیه شده برای فعالیت‌های حمل‌ونقل دستی بار نیاز به بازنگری داشته و توصیه می‌شود حدود مجاز بلند کردن بار بر مبنای اطلاعات انتروپومتریکی افراد ایرانی و بر اساس آزمایشات بیومکانیکی تهیه و تدوین شود.

۶. محدودیت های مطالعه حاضر عبارت بودند از

۱- با توجه به اینکه این مطالعه به‌صورت پایلوت و با حجم نمونه کوچک انجام شده بود، لازم استبه منظور تحقیقات گسترده تر در خصوص بازنگری حد تماس شغلی در زمینه حمل‌ونقل دستی بار، به تنوع نژادی و قومیتی و مشخصات آنتروپومتری افراد ایرانی توجه ویژه ای شود.

۲- در نظر گرفتن دوره های زمانی بلند کردن بار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد.چراکه اهمیت بارهای تجمعی به‌عنوان یک ریسک فاکتور مهم ثابت شده است.هر چند در دستورالعمل حد تماس شغلی به دوره های زمانی اشاره شده است اما با توجه به اینکه یکی از از فاکتورهای مهم در محاسبه بار های تجمعی تعیین بارهای لحظه ای می‌باشد لذا در این مطالعه فقط این فاکتور تخمین زده شد و پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده با در نظر گرفتن دوره های زمانی و فرکانس باربرداری، بارهای تجمعی نیز محاسبه و تحلیل گردد.

منابع

1. Guidelines for Manual Material Handling. In: Human Resources and Environment HS, editor. 2011.
2. Choobine A. Methods of posture assessment in occupational ergonomics 2ed: Fanavaran 2004.
3. Injury data, L&I workers' compensation claims: Body part injured. In: Industries. WDoLa, editor. 2011.
4. Abedini. R, Choobineh., A, Soltanzadeh., A, Gholami., M, Amiri., F, Hashyani., AA. Ergonomic Risk Assessment of Lifting Activities; a Case Study in a Rubber Industry. Jundishapur J Health Sci. 2013;1:9-15.
5. Choobineh A, Tabatabaee S. Musculoskeleta Plroblems Factory Workersof an Iranian Rubber Factory. J Occup Health 2007;49:418-23.
6. Ghaffari MAA, Jensen I, Farshad AA, Vingard E. Occupational Medicine . Low back pain among Iranian industrial workers. 2006;56(7):455–60.
7. Mohammadi. ,Motamedzade.,M, Faghih,MA . Manual Material Handling Assessment Among Workers of Iranian Casting Workshops. 2013;19(4):675-81.
8. Z Panjali AM, H Ahsani , E Rezaee4. Evaluation of the risks factors for manual material handling in a metal casting industry in Iran. Iran Occupational Health. 2014;11:13-22.
9. Mousavi SJAM, Mehdian H, Mobini B, Montazeri A, Akbarnia B, Parnianpour, M. Low back pain in Iran: A growing need to adapt and implement evidence-based practice in developing countries. Spine. 2011;36(10):638-46.
10.Tafazzol A, Samin, Aref., Mardani,M., Haddad,O., Parnianpour. Epidemiological and Biomechanical Evaluation of Airline Baggage Handling. Int J Occup Saf Ergon. 2015.
11. Afshari D, Motamedzade M, Salehi R, Soltanian AR. The impact of ergonomics intervention on trunk posture and cumulative compression load among carpet weavers. Work 215;50:241–8.
12. Arjmand N, Amini M, Shirazi-Adl A, Plamondon A, Parnianpour M. Revised NIOSH Lifting Equation May generate spine loads exceeding recommended limits. Int J IndErgon. 2015;47:1-8.
13.Ministry of Health and Medical Education. Occupational Exposure Limits
In: Center EaOH, editor. 3rd ed. Tehran, Iran2012.
14. American Conference of Governmental Industrial Hygienists A. TLVs and BEIs: Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices. 2005.
15. Afshari D, Motamedzade M, Salehi R, Soltanian AR. Continuous assessment of back and upper arm postures by long-term inclinometry in carpet weavers. Appl Ergon. 2014;45:278–84.
16. Amasay T, Zodrow K, Kincl L, Hess J, Karduna A. Validation of tri-axial accelerometer for the calculation of elevation angles. Int J Industr Ergonom. 2009;39(5):783-9.
17. Russell SJ, Winnemuller L, Camp JE, Johnson PW. Comparing the results of five lifting

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

analysis tools. Applied Ergonom. 2007;38(1):91-7.
18. University of Michigan Center for Ergonomics. 3D Static Strength Prediction Program User's Manual. 2011.
19. Chaffin DB, Andersson G, Martin BJ. Occupational biomechanics: Wiley New York; 1999.
20. Kumar S. Comparison of instantaneous and cumulative loads on the low back and neck in orthodontists. Clinic Biomechanic. 2005;20: 130–7.
21. Callaghan JPMS. Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. . Ergonomics. 2001;44:280-94.
22. Brinckmann P, Biggeman M, Hilweg D. Fatigue fracture of human lumbar vertebrae. Clinic Biomechanic. 1988;3:1-27.
23. Arjmand N, Gagnon D, Plamondon A, Shirazi-Adl A, Larivi ere C. A comparative study of two trunk biomechanical models under symmetric and asymmetric loadings. J Biomech. 2010;43:485-91.
24. Hodder JN, Holmes MWR, Keir PJ. Continuous assessment of low back loads in long-term care nurses. Ergonomics. 2010;53:1097-107.
25. Hoozemans M KI, de Vries W, van Dieen J. Effect of lifting height on low back loading. International Ergonomics Association Conference. 2006.
26. Plamondon A, Lariviere C, Delisle A, Denis D, Gagnon D. Relative importance of expertise, lifting height and weight lifted on posture and lumbar external loading during a transfer task in manual material handling. Ergonomics. 2012;55:87-102.
27. Hoozemans MJ, Kingma I, de Vries WH, van Dieën JH. Effect of lifting height and load mass on low back loading. Ergonomics. 2008;51:1053-63.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]

The effect of trunk flexion angle and anthropometric dimensions on the accuracy of the allowable weight limits in a pilot study

Davood Afshari*[1], Seyed Mahmood Latifi[2], Samira Kord[3]

Received: 2016/10/05 Revised: 2017/08/13 Accepted: 2017/09/06

Abstract

Background and aims: Iranian lifting guidelines are used as a risk assessment tool to prevent back pain in various industries. It is believed that the tools and methods used for the assessment should be simple and yet accurate.Given that this guideline adopted the American Conference of Governmental Hygienists (ACGIH) threshold limit values (TLVs) for lifting as allowable load limits and the accuracy of the allowable weight values has not been investigated. The objective of this study was to investigate the effect of trunk angle and anthropometric dimensions on the accuracy of the allowable weight limits.

Methods: In this study, 25 workers who had experience in manual handling were asked to perform lifting tasks in accordance with the Iranian guidelines. The subjects' anthropometric and trunk inclination angles were recorded using a triaxial accelerometer (inclinometer) for each task, and the compressive forces were estimated using 3DSSPP and then compared with NIOSH's recommended limits (3400N).

Results: The results showed that among 25 tasks, the mean trunk angle of 13 tasks was between 90 and 130 degrees. Statistically, considering a standard deviation above the determined mean, the average compressive forces estimated for 9 tasks were greater than NIOSH recommendation (3400).

Conclusion: In most tasks, vertical height and horizontal distance of external loads from the body leads to awkward postures that can be the main reasons for increased compressive force. Lack of adaption in some anthropometric measurements would result in increased mechanical loads on the back. Therefore, it seems that the limit values for Iranian lifting guideline are not sufficiently accurate to assess the risk of back injuries and thus should be revised.

Keywords: Manual lifting, Compressive load, Trunk flexion angle, ACGIH TLV, Anthropometric**.**

1. (**Corresponding author**) Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran. davodafi@yahoo.com
2. Department of Bio-Statistics, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.
3. Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran.

[Downloaded from ioh.iums.ac.ir on 2024-03-29]